مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای، شمارهٔ بیست و یکم، پاییز زمستان ۱۳۹۲

پهنه‌بندی طول فصل رشد گیاهان برمبنای ویژگی‌های دمایی در ایران

غلامعلی مظفری(دانشیار اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، نویسنده مسؤول)
gmozafari@yazduni.ac.ir
حمیده دهقان (دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه یزد)
dehghan.hamidah@yahoo.com

چکیده

دوره رشد، مشتمل‌بردوره‌ای است که وجود رطوبت کافی و نبود محدودیت‌های حرارتی، تولید محصولات زراعی را ممکن می‌سازد. درصورتی که دمای محیطی کمتر از حد بحرانی رشد باشد، باعث توقف رشد محصول می‌شود. این مقدار بحرانی می‌تواند برپایه نوع محصول تعیین شود. هدف مقاله حاضر بررسی و پهنه‌بندی طول فصل رشد برمبنای پایه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در ۳۱ ایستگاه سینوپتیک ایران است که طی دوره‌آماری مشترک ۲۰ ساله و با استفاده از درجه حرارت های حداقل روزانه طی سال‌های ۱۳۶۷– ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۶– ۱۳۸۵ انجام شده‌است. شروع دوره رشد، اولین دوره ۶ روزه است که در آن ۵ $\leq T_{min}$ و ۱۰$\leq T_{min}$به‌عنوان آغاز دوره در نظر گرفته شده است و آخرین دوره ۶ روزه با ۵>T_{min}و ۱۰ >T_{min} به عنوان پایان طول دوره رشد محسوب شده‌است. با بررسی تاریخ‌های آغاز و پایان دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد و محاسبه طول فصل رشد، نقشه‌های پهنه‌بندی طول فصل رشد کشور، در ۵ گروه ترسیم شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد طول فصل رشد در منطقه مورد مطالعه از جنوب به سمت غرب و شمال غرب کاهش یافته‌است، به‌طوری‌که در بین آستانه‌های دمایی مورد بررسی، ایستگاه بندرعباس دارای طولانی‌ترین طول فصل رشد بوده است و ایستگاه شهرکرد کوتاه‌ترین طول فصل رشد در بین سایر ایستگاه‌ها را داشته‌است.

کلید واژه‌ها: طول فصل رشد، آستانه‌های دمایی، پهنه‌بندی اقلیمی، ایران

۱– مقدمه

آب وهوا یکی از عوامل اساسی محیطی است که تمامی جلوه‌های حیات را تحت کنترل دارد. بسیاری از محصولاتی که به‌شیوه سنتی کشت می‌شوند از شرایط مطلوب اقلیمی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/٤ تاریخ تصویب:۱۳۹۱/۱۱/۱۱

برخوردار نمی‌شوند. براین اساس ازیک سو بازده محصول را کاهش می دهند واز سوی دیگر منجر به استفاده نادرست از توانمندی‌های تولیدی آب وهوا می‌شوند(مظفری، ۱۳۸۲: ۴۰۶). نقش درجه حرارت در رشد گیاهان و جانوران به‌روشنی شناخته شده‌است. دامنه تغییرات درجه حرارت هر منطقه، شاخص گونه‌های گیاهی و زراعی است که کشاورزان می‌توانند براساس آن به کشت محصول بپردازند. با شناخت این شاخص‌ها و انتخاب گیاهان زراعی سازگار با درجه حرارت منطقه می‌توان سیستم‌های زراعی مختلفی را گسترش داد تا احتمال آسیب‌دیدگی محصول بر اثر تغییرات طبیعی درجه حرارت کاهش یابد(نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰: ۱۰۳). دوره رشد، مشتمل بردوره‌ای است که رطوبت کافی و نبودمحدودیت‌های حرارتی، تولید محصولات زراعی را ممکن‌سازد. درصورتی‌که دمای محیطی کمتر از حد بحرانی رشد باشد، باعث توقف رشد محصول می‌شود. این مقدار بحرانی می‌تواند برپایه نوع محصول تعیین‌گردد (Anon, 1978: 58). طول فصل رشد بیشتر گیاهان زراعی مشخص است و به زمان وقوع آستانه‌های دمایی بهاره و پاییزه بستگی دارد.

۲- پیشینه پژوهش

باتوجه‌به اهمیت دما و طول فصل رشد،مطالعات متعددی درمورد رقابت و سازگاری گیاهان، در دنیا انجام شده‌است؛ پورتر[۱] و گویث[۲] تأثیر دما برگسترش رشد گندم و تأثیرتغییرات اقلیمی و ارتباط آن باگسترش رشد گندم را بررسی کرده‌اند(Porter & Gawith, 1999: 23-36). جونز[۳] (۱۹۹۹) با روش تحلیل مولفه‌های اصلی به ناحیه‌بندی دمایی دراسترالیا پرداخته‌است(Jones, 1999, 11-31). ایگلسیاس[۴] و همکاران(۲۰۰۰) برای به‌دست‌آوردن مدل رشد گندم در اسپانیا، از متغیرهای دما، بارندگی و داده‌های مربوط‌به میزان تولید محصولات براساس تجزیه وتحلیل خوشه‌ای هفت منطقه کشاورز-اقلیمی استفاده‌نموده‌اند(Iglesias & et al., 2000: 96-80). تاکر[۵] و

1.Porter
2.Gawith
3. Jones
4. Iglesias
5.Tucker

همکاران (۲۰۰۱) با توجه به تفاوت داده های شاخص NDVI[1] حاصل ماهواره هـای هواشناسـی و اقیانوسی از سال های ۱۹۹۹–۱۹۸۲ تنوع قابل توجهی را در فعایت فتوسنتزی و طول دوره رشـد در عرض های بالاتر از ۳۵ درجه نشان دادند(Tucker & et al, 2001: 184-190).

چمیلوسکی[2] برپایه تغییرات دمای هوا به بررسی ارتبـاط بـین تغییـرات سـالانه و دوره‌ای فصـل رشد در اروپا پرداخته‌است، نتایج پژوهش وی نشان داد طـی سـال‌هـای ۱۹۹۸–۱۹۸۹ در اروپـا، بـا افزایش ۰/۸ درجه سانتی‌گرادی متوسط دما در دهه اخیر، آغاز فصل رشد ۸ روز زودتر محقـق‌شـد (Chemielewski, 2002: 257-264). فریچ[3] و همکـاران(۲۰۰۲) بااسـتفاده از ۱۰ شـاخص دمـاو بارش به‌بررسی تغییرات این شاخص‌ها در نیمه دوم قرن ۲۰ پرداختـه‌انـد کـه نتـایج پـژوهش آنـان نشان‌دهنده تغییرات شاخص‌های دمایی به‌ویژه افزایش گرمای شبانه تابستان، کاهش تعداد روزهـای یخبندان و کاهش دمای حداکثر سالانه بوده‌است(Fritch & et al., 2002: 193-212). لیندر هـوم[4] (۲۰۰۶) با بررسی تغییرات طول دوره رویشی در قرن اخیر دریافت افزایش طـول دوره رویشـی بـا گرمایش جهانی ارتباط دارد(Linderholm, 2006: 1-14). در ایران نیز مطالعـاتی در زمینـه پهنـه-بندی شاخص‌های دمایی وطول فصل رشد انجام‌شـده‌اسـت؛ سـمیعی اطلاعـات اقلیمـی و احتمـال تاریخ شروع و پایان یخبندان‌های پاییزه و بهاره در آستانه‌های بحرانی دمـا و طـول دوره رویـش در ایران را تجریه و تحلیل کرده‌است(سمیعی، ۱۳۶۷: ۱۲). مجرد و قبـادی دارابخـانی(۱۳۸۲) تغییـرات طول فصل رشد بین سال‌های ۱۹۹۵–۱۹۷۶ رابـرای ۱۰ ایسـتگاه غـرب کشـور در ۳ آسـتانه دمـایی بررسی کرده‌اند. برپایه محاسبات آنان مشخص شـد طـول فصـل رشـد در نـواحی مرکـزی منطقـه موردمطالعه افزایش یافته‌اسـت درحـالی‌کـه مقـدار آن در نـواحی شـمالی و جنـوبی کـاهش‌یافتـه-است(مجرد و قبادی دارابخانی، ۱۳۸۲: ۲۷۳–۲۶۷). ایوبی(۱۳۸۵) بـه منظـور گسـترش محصـولات دیم در استان مازندران، با استفاده از تئوری فراکتال[5] بـه بررسـی تغییـرات زمـانی طـول دوره رشـد، پرداخته‌است(ایوبی، ۱۳۸۵: ۳۱۱–۳۰۰). صداقت‌کردار و رحیم‌زاده برپایه شاخص حدی طـول دوره

1. Normalised Differnce Vegetation Index
2.Chemielewski
3. Frich
4. Linderholm
5. Fractal

رویش و تعداد روزهای یخبندان در ۱۶ ایستگاه کشور، روند تغییرات دوره رویشی در ۵۰ سال اخیر را بررسی کرده‌اند(صداقت‌کردار و رحیم‌زاده، ۱۳۸۶: ۱۹۲–۱۸۲). کمالی و همکاران با استفاده از تاریخ های آغاز و خاتمه یخبندان به مقایسه یخبندان فرارفتی و یخبندان تابشی– فرارفتی و مقایسه طول فصل رشد بالقوه (آخرین یخبندان بهاره فرارفتی و اولین یخبندان پاییزه فرارفتی) با طول فصل رشد (فاصله زمانی آخرین رخداد دمای صفر یا کمتر در بهار تا اولین دمای صفر یا کمتر در پاییز) در استان های آذربایجان غربی و شرقی پرداختند(کمالی و همکاران، ۱۳۸۶: ۸۵–۷۸). ضیائیان فیروزآبادی و همکاران(۱۳۸۹) عناصر اقلیمی مانند دما، بارش، درجه روز و پارامترهای محیطی را به عنوان فاکتورهای موثر در پهنه بندی اراضی مستعد مرکبات استان لرستان مورداستفاده قرار داده‌اند (ضیائیان‌فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۴–۱). اسماعیلی و همکاران(۱۳۸۹) طول دوره رشد ودوره یخبندان را به‌عنوان شاخصه نوسانات اقلیمی در خراسان رضوی بررسی‌کرده‌است(اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۲–۶۹). در پژوهش حاضر، علاوه‌بر بهره-گیری‌از تجربیات، روش‌ها و مدل‌های مورداستفاده در مطالعات ایرانی و غیرایرانی، برپایه داده‌های دما، طول دوره‌رویشی در سطح کشور پهنه‌بندی شد که در پژوهش‌های گذشته کمتر بدان پرداخته-شده‌است.

۳- روش تحقیق

در این پژوهش، داده‌های حداقل دمای روزانه ۳۱ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کشور در طول دوره‌آماری مشترک ۲۰ساله به‌کارگرفته‌شد که طول فصل رشد طی سال‌های ۱۳۶۷–۱۳۶۶ تا ۱۳۸۶–۱۳۸۵ محاسبه شد. جدول(۱) ایستگاه‌های مورداستفاده در پژوهش حاضررا نمایش‌داده-است. همچنین طول فصل رشد برای دو آستانه دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد تعیین‌شد. برای محاسبه طول فصل رشد، تاریخ آغاز و پایان آستانه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از کدبندی ژیلوسی[1] (اول بهمن با کد یک و ۳۰ دی با کد ۳۶۵) استخراج گردید. سپس در محیط Arc GISنقشه‌های پهنه‌بندی‌شده برای هریک ازشاخص‌ها ترسیم‌شد.

1. Julius coding

۴- مبانی نظری

تعاریف متعددی درباره طول فصل رشد ارایه‌شده‌است. همچنین طول واقعی فصل رشد از سالی به سال دیگر اختلاف پیداکرده‌است و رشد محصول زراعی ممکن است فقط به بخشی از فصل رشد محدودشده یا حتی خارج از آن محدوده باشد.

۴-۱- تعریف معیار برای تعیین طول فصل رشد

تعیین فصل رشد در هرمنطقه برانتخاب محصول، رقم آن، تعیین زمان کاشت و سایر تصمیم‌گیریهای زراعی نقش موثری داشته‌است. دراین زمینه تعاریف متعددی وجود دارد؛ آنون، فصل رشد را دوره ای دانسته است که وجود رطوبت کافی و نبود محدودیت‌های حرارتی، تولید محصولات زراعی را ممکن می‌سازد. بنابراین دمای مناسب و رطوبت کافی، دوعامل مهم درزمینه دوره رشدمحسوب می شوند. براساس تعاریفی که توسط گروه تغییرپذیری کمیسیون اقلیم‌شناسی[1]سازمان هواشناسی جهانی ارایه شددر نیمکره شمالی فاصله زمانی بین اولین دوره پس از اول جولای(دهم تیر) حداقل ۶ روز متوالی و دمای میانگین روزانه بیش از ۵ درجه سانتیگراد بوده است. همچنین دراولین دوره ۶ روزه، دمای میانگین روزانه کمتراز ۵ درجه سانتیگرادبودکه طول دوره رویشی محسوب می شود.در نیمکره جنوبی این فاصله زمانی ازاول ماه ژانویه درنظر گرفته میشود. فریچ و همکاران(۲۰۰۲) اولین دوره ۶ روزه با میانگین دمای بالای ۵ درجه سانتیگراد پس ازآخرین یخبندان بهاره را به عنوان آغازدوره محسوب کرده‌اند و آخرین دوره ۶ روزه با میانگین دمای زیر ۵ درجه سانتی‌گراد را به عنوان پایان طول دوره رشد درنظرگرفته‌اند. در این پژوهش، به‌دلیل تنوع شرایط اقلیمی مناطق موردمطالعه، به‌منظور استفاده از آمار طول فصل رشد در کاشت گونه‌های گیاهی سازگار با آستانه‌های ۵ درجه سانتی‌گراد(گیاهان سردسیری) و ۱۰ درجه سانتی‌گراد(گیاهان گرمسیری) به‌صورت جداگانه، شروع دوره رشد، اولین دوره ۶ روزه با دمای حداقل روزانه، بزرگ‌تر مساوی ۵ و ۱۰درجه سانتی‌گراد ($T_{min} \geq$ ۵ و $T_{min} \geq$ ۱۰)به‌عنوان آغاز دوره (برای شروع رشد گیاهان رسیدن دما به ۵ درجه سانتی‌گراد الزامی است) درنظرگرفته‌شد و آخرین دوره ۶ روزه با دمای حداقل کمتر از ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد ($T_{min} <$ ۵ و $T_{min} <$ ۱۰) به‌عنوان پایان طول دوره رشد محسوب شد.

1. CCL/CLIVAR: Commission for Climatology\ Climate Variabilty

۵- یافته‌های تحقیق

۵-۱- تاریخ آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد

شناخت تاریخ گذر دمای ۵ درجه سانتی‌گراد ازجنبه کاربردی اهمیت فراوانی دارد. میانگین رخداد تاریخ آغاز ۵ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه های موردمطالعه بین ۱ بهمن در ایستگاه بندرعباس تا ۱۶ اردیبهشت در ایستگاه شهرکرد متغیر بوده‌است. در ایستگاه بندرعباس تاریخ آغاز دمای ۵ درجه سانتیگراد در طول دوره آماری موردمطالعه در ۱ بهمن ثابت بوده است و انحراف معیار آن صفر به‌دست آمد. بنابراین مقادیر آن در سطوح احتمالاتی مختلف قابل بررسی نیست. ویژگی‌های آماری تاریخ آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد ایستگاه‌های مورد مطالعه درجدول(۱) ارایه شده است و پهنه‌بندی آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد درسطح کشور در شکل(۱-الف) نشان داده‌شده‌است که براساس‌آن،در نواحی جنوبی کشور فصل رشد زودتر شروع‌شده و هرچه به سمت نواحی غربی و شمال غربی می‌رویم، فصل رشد دیرتر آغاز می‌شود. به‌دلیل وجود رطوبت و دمای بیشتر، فصل رشد در نواحی شمالی نسبت به نواحی غربی زودترشروع می‌شود.

۵-۲- تاریخ خاتمه دمای ۵ درجه سانتی‌گراد

میانگین رخداد اولین تاریخ خاتمه دمای ۵ درجه در سطح ایستگاه‌های موردمطالعه بین ۱۲ مهر درایستگاه شهرکردتا ۹ دی در ایستگاه انزلی متغیربوده‌است. در ایستگاه‌های آبادان و اهواز، بندرعباس و بوشهر طی دوره های آماری مورد مطالعه طول فصل رشد به ۳۶۵ روز می‌رسد و بنابراین تاریخ دقیق پایان طول فصل رشد در این مناطق قابل‌محاسبه نیست. ویژگی‌های آماری و پهنه‌بندی خاتمه دمای ۵ درجه سانتیگراد درجدول(۱) و شکل (۱-ب) نشان داده‌شده‌است. در نواحی غربی کشور به دلیل کاهش زودتر دمای هوا، فصل رشد سریع‌تر از مناطق دیگر خاتمه یافته است و نواحی جنوبی و شمالی کشور به دلیل داشتن رطوبت و دمای بیشتر فصل رشد دیرتر به‌اتمام رسیده‌است.

جدول ۱: ویژگی های آماری تاریخ آغاز و خاتمه دمای ۵ درجه سانتی گراد طی سال های ۱۳۸۶-۱۳۶۶ درایستگاه های منتخب کشور

	آغاز دمای ۵ درجه سانتی گراد				خاتمه دمای ۵ درجه سانتی گراد			
ایستگاه	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	ضریب تغییرات٪	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	ضریب تغییرات ٪
آبادان	۸ بهمن	۱ بهمن	۱۵ بهمن	۱۰۵/۷۴	****	****	****	****
اهواز	۵ بهمن	۲۸ دی	۱۲ بهمن	۱۷۰/۲۸	****	****	****	****
اصفهان	۹ فروردین	۲۹ اسفند	۱۷ اسفند	۱۵/۵۴	۲۱ آبان	۱۲ آبان	۳۰ آبان	۳/۵۶
اراک	۲۰ فروردین	۱۲ فروردین	۲۸ فروردین	۱۱/۶۸	۱۴ آبان	۷ آبان	۲۰ آبان	۲/۷۵
ارومیه	۲ اردیبهشت	۲۳ فروردین	۱۳ اردیبهشت	۱۳/۳۱	۱۰ آبان	۲ آبان	۱۸ آبان	۳/۴۳
انزلی	۲۶ بهمن	۱۰ بهمن	۱۲ اسفند	۷۱/۴۳	۹ دی	۲۷ دی	۲۱ آذر	۴/۱۳
بابلسر	۳۰ بهمن	۱۸ بهمن	۱۲ اسفند	۴۵/۹۹	۶ دی	۲۳ آذر	۱۸ دی	۴/۳۲
بم	۱۵ بهمن	۶ بهمن	۲۴ بهمن	۷۱/۴۴	۸ دی	۲۶ آذر	۱۹ دی	۴/۰۴
بندرعباس	۱ بهمن	****	****	۰	****	****	****	****
بوشهر	۱ بهمن	۲۹ دی	۱ بهمن	۲۱/۲۹	****	****	****	****
بیرجند	۱۰ فروردین	۱ فروردین	۱۹ فروردین	۱۵/۸	۱۰ آبان	۲۶ مهر	۲۵ آبان	۶/۰۴
تبریز	۲۳ فروردین	۱۴ فروردین	۳۱ فروردین	۱۲/۱۲	۳۰ آبان	۱۳ آبان	۲۷ آبان	۲/۸۲
تهران	۲۰ اسفند	۵ اسفند	۵ فروردین	۳۴/۸۶	۱۶ آذر	۴ آذر	۲۸ آذر	۴/۴۷
خرم آباد	۱۷ فروردین	۷ فروردین	۲۸ فروردین	۱۶/۸۶	۲۵ آبان	۱۵ آبان	۵ آذر	۳/۹۹
خوی	۲۷ فروردین	۱۹ فروردین	۵ اردیبهشت	۱۲/۱۱	۶ آبان	۲۶ مهر	۱۵ آبان	۴/۰۶
رامسر	۶ اسفند	۲۱ بهمن	۲۲ اسفند	۵۱/۷۴	۳ دی	۱۳آذر	۲۲ دی	۶/۷۵
رشت	۲۳ اسفند	۷ اسفند	۹ فروردین	۳۵/۳۳	۲۹ آذر	۱۵آذر	۱۳ دی	۴/۸۵
زاهدان	۲۰ اسفند	۷ اسفند	۴ فروردین	۳۰/۶۶	۲۸ آبان	۱۴ آبان	۱۲ آذر	۵/۴۸
سبزوار	۲۹ اسفند	۱۹ اسفند	۱۰ فروردین	۲۰/۰۳	۳ آذر	۲۰ آبان	۱۷ آذر	۵/۲۶
سنندج	۲ اردیبهشت	۲۱ فروردین	۱۴ اردیبهشت	۱۵/۴۳	۱۱ آبان	۲۹ مهر	۲۳ آبان	۴/۹۸
شهرکرد	۱۶ اردیبهشت	۳ اردیبهشت	۲۹ اردیبهشت	۱۵	۱۲ مهر	۳۱ شهریور	۲۱ مهر	۳/۹
شیراز	۲۸ اسفند	۱۷ اسفند	۱۰ فروردین	۲۱/۵۸	۵ آذر	۲۴ آبان	۱۵ آذر	۴/۰۱
قم	۳ فروردین	۲۰ اسفند	۱۳ فرودین	۱۹/۴۶	۲۶ آبان	۲۱ آبان	۱ آذر	۲/۱۱
قزوین	۲۴ فروردین	۱۶ فروردین	۱ اردیبهشت	۱۱/۵۱	۲۳ آبان	۱۶ آبان	۲۹ آبان	۲/۵۶
کرمانشاه	۳۱ فروردین	۱۹ فروردین	۱۳ اردیبهشت	۱۵/۹۳	۱۵ آبان	۳ آبان	۲۷ آبان	۴/۹۵
کرمان	۹ فروردین	۲۷ اسفند	۲۰ فروردین	۱۹/۲۱	۷ آبان	۲۴ مهر	۲۱ آبان	۵/۶۷
گرگان	۲۲ اسفند	۱۰ اسفند	۴ فروردین	۲۶/۳۸	۲۹ آذر	۱۶ آذر	۱۱ دی	۴/۳۱
مشهد	۱۱ فروردین	۲ فروردین	۱۹ فروردین	۱۴/۷۴	۱۹ آبان	۸ آبان	۱ آذر	۴/۵۸
همدان	۱۰ اردیبهشت	۳۰ فروردین	۲۱ اردیبهشت	۱۲/۹۹	۲۴ مهر	۱۲ مهر	۶آبان	۵/۴
یاسوج	۱۹ فروردین	۱۲ فروردین	۲۵ فروردین	۱۰/۶۲	۲۲ آبان	۱۵ آبان	۳۰ آبان	۳/۰۱
یزد	۲۱ اسفند	۱۰ اسفند	۲ فروردین	۲۵/۰۷	۶ آذر	۲۷آبان	۱۵ آذر	۳/۳۵

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۵-۳- طول فصل رشد در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد

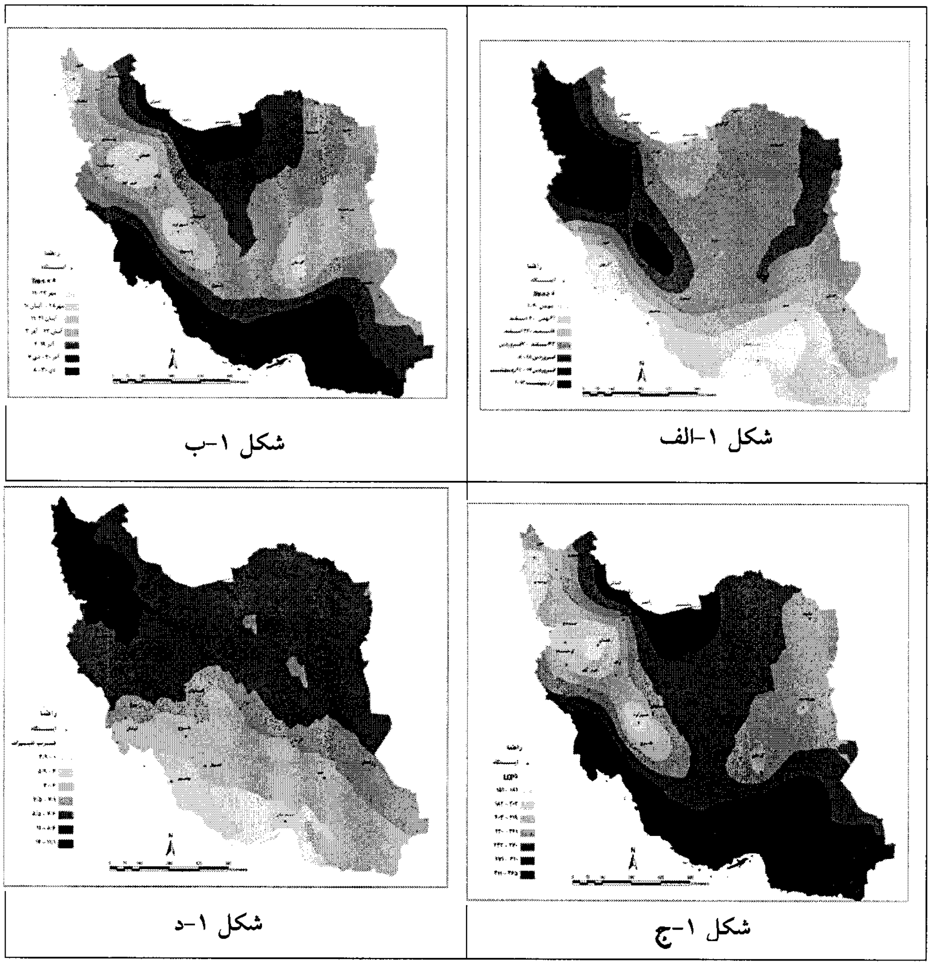
میانگین طول فصل رشد برای دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های موردمطالعه بین ۱۵۱ روزدرایستگاه شهرکردتا ۳۶۵ روز درایستگاه بندرعباس متغیربوده‌است(جدول۲). در ایستگاه‌های اهواز، آبادان، بوشهر و بندرعباس برای محاسبه دقیق طول فصل رشد، پایان دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، آخرین

روزدی ماه (۳۶۵) درنظرگرفته‌شد و میانگین طول فصل رشد محاسبه‌گردید. در ایستگاه بندرعباس خاتمـه دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در طول دوره آماری موردمطالعه در ۳۰ دی ماه ثابت‌بوده وانحراف معیارآن صفر به‌دست‌آمد. بنابراین مقادیر آن در سطوح احتمالاتی مختلف قابل‌بررسی نیست. همانطور که در شـکل(۱-ج) مشاهده می‌شود طول فصل رشداز سمت جنوب به غرب کاهش یافته‌است. در نواحی شمالی به‌دلیـل وجود رطوبت ودمای بیشتر طول فصل رشد طولانی‌تر از نـواحی غربـی اسـت. شـکل(۱-د) پهنـه‌بنـدی ضریب تغییرات طول فصل رشد دردمای ۵ درجه سانتی‌گراد را نمـایش‌داده‌اسـت کـه تغییرپـذیری طـول فصل رشد در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد درمناطق مختلف کشور را نشان‌داده‌است وبرپایه آن مـی‌تـوان بـه کاشت گیاهان سازگار با شرایط اقلیمی منطقه اقدام نمود.

جدول۲: ویژگی‌های آماری طول فصل رشد دمای ۵ °C طی سالهای ۱۳۸۶-۱۳۶۶در ایستگاه‌های منتخب

ایستگاه	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	انحراف معیار	ضریب تغییرات
آبادان	۳۴۲	۳۲۴	۳۶۰	۲۱/۷۶	۶/۳۷
اهواز	۳۵۶	۳۴۶	۳۶۵	۱۱/۱۹	۳/۱۴
اصفهان	۲۲۸	۲۴۱	۲۱۵	۱۵/۴۳	۶/۷۵
اراک	۲۱۰	۲۲۱	۱۹۹	۱۳/۲۱	۶/۲۹
ارومیه	۱۹۲	۲۰۶	۱۷۹	۱۶/۲۸	۸/۴۶
انزلی	۳۱۵	۳۴۰	۲۹۶	۲۶/۵۱	۸/۳۳
بابلسر	۳۱۰	۳۲۵	۲۹۶	۱۶/۸۵	۵/۴۲
بم	۳۲۸	۳۴۲	۳۱۳	۱۷/۳۲	۵/۲۸
بندرعباس	۳۶۵	****	****	****	****
بوشهر	۳۶۳	۳۶۳	۳۶۵	۳/۳۵	۰/۹۲
بیرجند	۲۱۶	۲۳۵	۱۹۷	۲۲/۶۱	۱۰/۴۵
تبریز	۲۱۳	۲۲۳	۲۰۳	۱۲/۳۹	۵/۸
تهران	۲۷۲	۲۹۰	۲۵۴	۲۱/۵۲	۷/۹۲
خرم آباد	۲۲۴	۲۳۹	۲۰۸	۱۸/۷۹	۸/۴
خوی	۱۹۴	۲۹۰	۲۱۰	۱۸/۵۸	۹/۵
رامسر	۳۰۶	۳۳۰	۲۷۲	۳۴/۴۲	۱۱/۴۲
رشت	۲۸۱	۲۹۸	۲۶۴	۲۰/۲۶	۷/۱۹
زاهدان	۲۵۳	۲۷۴	۲۳۱	۲۵/۲۲	۹/۹۸
سبزوار	۲۴۹	۲۶۷	۲۳۱	۲۱/۵۸	۸/۶۵
سنندج	۱۹۴	۲۱۱	۱۷۷	۱۹/۹۸	۱۰/۳
شهرکرد	۱۵۱	۱۷۰	۱۳۳	۲۱/۸۷	۱۴/۴۵
شیراز	۲۵۲	۲۶۸	۲۳۵	۲۰	۷/۹۴
قم	۲۳۹	۲۵۲	۲۲۸	۱۳/۹۸	۵/۸۶
قزوین	۲۱۵	۲۲۷	۲۰۲	۱۴/۹۱	۶/۹۳
کرمانشاه	۲۰۰	۲۱۸	۱۸۱	۲۲/۱۶	۱۱/۰۹
کرمان	۲۱۴	۲۳۱	۱۹۷	۱۹/۸۶	۹/۲۷
گرگان	۲۸۲	۲۹۶	۲۶۷	۱۷/۳۷	۶/۲۶
مشهد	۲۲۵	۲۳۸	۲۱۱	۱۶/۵۲	۷/۳۵
همدان	۱۶۹	۱۸۸	۱۴۹	۲۳/۲۳	۱۳/۷۶
یاسوج	۲۲۰	۲۳۰	۲۰۹	۱۲/۷۳	۵/۸
یزد	۲۶۰	۲۷۴	۲۴۶	۱۶/۱۳	۶/۱۹

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱



شکل ۱: نقشه پهنه‌بندی ایستگاه‌های منتخب کشور؛ شکل ۱-الف: آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد. شکل ۲-ب خاتمه دمای ۵ درجه سانتی‌گراد. شکل ۱-ج: طول فصل رشد. شکل ۲-د: ضریب تغییرات طول فصل رشد در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد.

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۵-۴- تاریخ آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد

بررسی تاریخ گذر دمای ۱۰ درجه سانتیگراد برای بیشترتولیدات به‌ویژه فرآورده‌های گرمسیری اهمیت بسیاری دارد. بنابراین در این پژوهش، طول فصل رشد برای این پایه حرارتی محاسبه‌گردید. میانگین رخداد تاریخ آغاز ۱۰ درجه سانتیگراد در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه، بین ۱۹ بهمن در ایستگاه بوشهر تا ۶ تیر

در ایستگاه شهرکرد متغیر بوده‌است. ویژگی‌های آماری و پهنه‌بندی آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در جدول (۳) و شکل(۲-الف) نشان داده شده است. براساس شکل(۳-الف) پراکندگی آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در سراسر کشور درمقایسه‌با آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد روند یکنواخت‌تری داشته‌است.

۵-۵- تاریخ خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی گراد

با تعیین آخرین تاریخی که دمای هوا در ایستگاه‌های موردمطالعه طی ۶ روز به کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد برسد، طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست می‌آید. میانگین رخداد خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتیگراد در سطح ایستگاه‌های موردمطالعه، بین ۱۳ شهریور در ایستگاه شهرکرد تا ۱۳ دی در ایستگاه بوشهر متغیر بوده‌است(جدول ۳). در شکل(۲-ب) خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌های مختلف کشور تنوع زمانی بیشتری داشته و در ایستگاه‌های غربی مانند همدان و شهرکرد خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد زودتر محقق شده‌است و در ایستگاه‌های گرمسیری مثل آبادان، بوشهر و بندرعباس و ایستگاه‌های شمالی مانند بابلسر، رشت، انزلی و رامسر خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد دیرتر اتفاق افتاده-است.

جدول ۳: ویژگیهای آماری آغاز وخاتمه دمای ۱۰ °C طی سالهای ۱۳۸۶-۱۳۶۶درایستگاههای منتخب

ایستگاه	آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد				خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد			
	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	ضریب تغییرات ٪	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	ضریب تغییرات ٪
آبادان	۱۳ فروردین	۲۶ بهمن	۱ فروردین	۴۷/۴۳	۱۹ آذر	۴ آذر	۴ دی	۵/۵۴
اهواز	۲ اسفند	۲۰ بهمن	۱۴ اسفند	۴۴/۴	۲۰ آذر	۵ آذر	۵ دی	۵/۴۵
اصفهان	۲ اردیبهشت	۲۳ فروردین	۱۲ اردیبهشت	۱۲/۵۴	۲۶ مهر	۱۵ مهر	۷ آبان	۴/۹۵
اراک	۲۲ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت	۱ خرداد	۱۰/۹۵	۱۸ مهر	۹ مهر	۲۷ مهر	۴/۱
ارومیه	۷ خرداد	۳۱ اردیبهشت	۱۵ خرداد	۶/۸۸	۶ مهر	۲۹ شهریور	۱۴ مهر	۳/۶۵
انزلی	۲۰ فروردین	۱۱ فروردین	۲۹ فروردین	۱۳/۴۲	۱۱ آذر	۲۸ آبان	۲۱ آذر	۴/۹
بابلسر	۱۶ فروردین	۹ فروردین	۲۳ فروردین	۱۱/۱۱	۱ آذر	۱۱ مهر	۲۳ آبان	۲/۹۳
بم	۱۸ اسفند	۷ اسفند	۲۸ اسفند	۲۵/۹۶	۱۱ آذر	۲۸ آبان	۲۴ آذر	۴/۹۳
بندرعباس	۵ بهمن	۲ بهمن	۸ بهمن	۸۰/۷۸	۱۷ دی	۷ دی	۲۶ دی	۳/۰۸
بوشهر	۱۹ بهمن	۱۰ بهمن	۲۸ بهمن	۵۴/۳۷	۱۳ دی	۳ دی	۲۳ دی	۳/۲۹
بیرجند	۵ اردیبهشت	۲۴ فروردین	۱۶ اردیبهشت	۱۴/۵	۱۱ مهر	۲۹ شهریور	۱۸ مهر	۵/۷۱
تبریز	۲۳ اردیبهشت	۹ فروردین	۳۱ اردیبهشت	۹/۰۷	۲۷ مهر	۱۹ مهر	۴ آبان	۳/۱
تهران	۱۹ فروردین	۱۰ فروردین	۲۸ فروردین	۱۳/۶	۲۳ آبان	۲۹ آبان	۱۶ آبان	۲/۴۶
خرم آباد	۲۸ اردیبهشت	۱۸ اردیبهشت	۷ خرداد	۹/۹۸	۲۸ مهر	۱۸ مهر	۹ آبان	۴/۵۱

خوی	۲ خرداد	۲۶ اردیبهشت	۸ خرداد	۶/۱۸	۱۳ مهر	۳ مهر	۲۳ مهر	۴/۴۹
رامسر	۲۷ فروردین	۱۸ فروردین	۵ اردیبهشت	۱۱/۹۸	۴ آذر	۲۶ آبان	۱۲ آذر	۳/۱
رشت	۳۰ فروردین	۲۱ فروردین	۷ اردیبهشت	۱۱/۴۶	۲۵ آبان	۱۷ آبان	۲ آذر	۲/۹۵
زاهدان	۱۹ فروردین	۹ فروردین	۳۰ فروردین	۱۶/۲۲	۱۷ مهر	۲ مهر	۲ آبان	۶/۷۶
سبزوار	۲۷ فروردین	۱۶ فروردین	۷ اردیبهشت	۱۵/۳۱	۹ آبان	۲۸ مهر	۲۰ آبان	۴/۵۳
سنندج	۱۲ خرداد	۱خرداد	۲۳ خرداد	۱۰/۰۵	۲ مهر	۲۱ شهریور	۱۴ مهر	۵/۸۷
شهرکرد	۶ تیر	۲۹ خرداد	۱۴ تیر	۵/۹۳	۱۳	۴ شهریور	۲۱ شهریور	۴/۲۷
شیراز	۲۸ فروردین	۲۱ فروردین	۵ اردیبهشت	۹/۹۲	۸ آبان	۱ آبان	۱۶ آبان	۲/۹۲
قم	۲۷ فروردین	۱۷ فروردین	۳ اردیبهشت	۱۲/۱	۱ آبان	۲۱ مهر	۹ آبان	۳/۷۱
قزوین	۲۸ اردیبهشت	۱۸ اردیبهشت	۶ خرداد	۹/۸۵	۱۸ مهر	۱۴ مهر	۲ آبان	۳/۸۸
کرمانشاه	۱۰ خرداد	۱ خرداد	۱۹ خرداد	۸/۲۳	۱۸ مهر	۷ مهر	۲۹ مهر	۴/۹۷
کرمان	۱۲ ازدیبهشت	۳ اردیبهشت	۲۱ اردیبهشت	۱۰/۸۶	۳۱	۱۹ شهریور	۱۱ مهر	۵/۶۳
گرگان	۲۷ فروردین	۱۷ فروردین	۶ اردیبهشت	۱۳/۳۳	۲۳ آبان	۱۲ آبان	۳ آذر	۴/۲۲
مشهد	۸ اردیبهشت	۱۷ اردیبهشت	۲۹ خرداد	۱۱/۵۲	۱۸ مهر	۷ مهر	۲۹ مهر	۴/۸۲
همدان	۲۶ خرداد	۱۷ خرداد	۱۵ شهریور	۶/۵۱	۲۰	۱۵ شهریور	۲۵ شهریور	۲/۶۶
یاسوج	۱۸ اردیبهشت	۶ اردیبهشت	۲۹ اردیبهشت	۱۲/۹۸	۱۷ مهر	۱۱ مهر	۲۳ مهر	۲/۷۴
یزد	۱۹ فروردین	۱۲ فروردین	۲۵ فروردین	۹/۹۴	۱۴ آبان	۷ آبان	۲۰ آبان	۲/۶۸

۵-۶- طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد

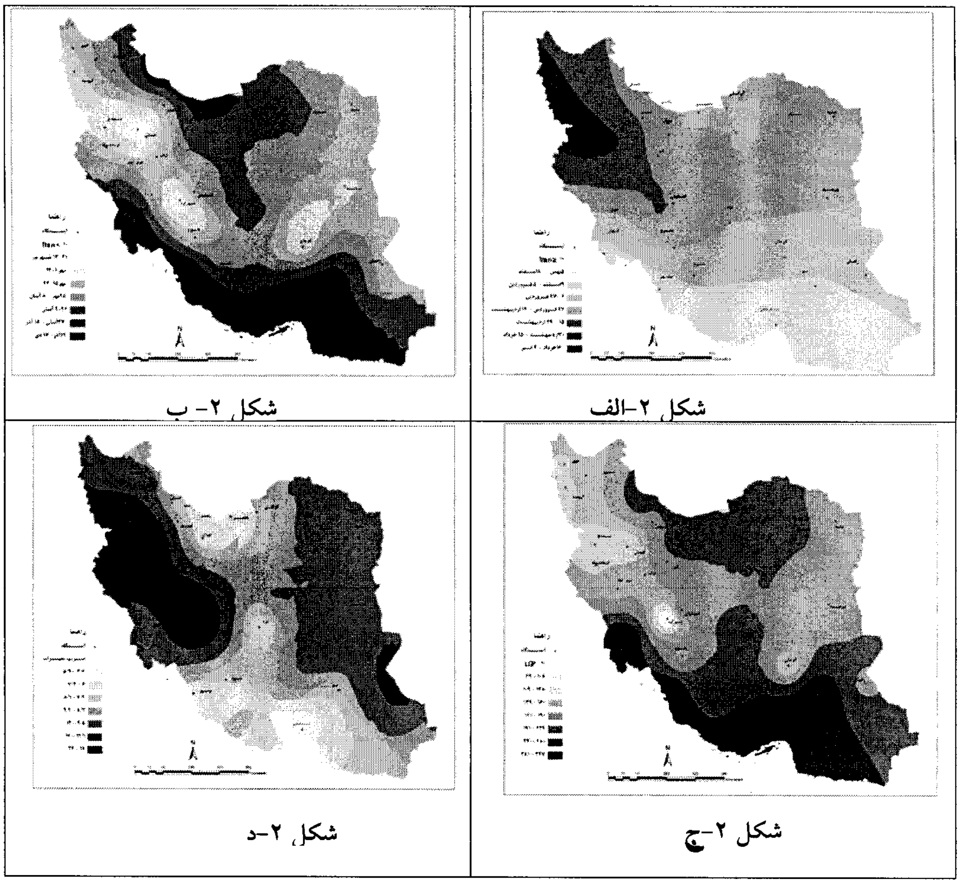
براساس جدول(۴)، میانگین طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه، در سطح ایستگاه‌های موردمطالعه بین ۶۹ روز در ایستگاه شهرکرد تا ۳۴۷ روز در ایستگاه بندرعباس متغیر بوده‌است. شکل‌های(۲-ج) و (۲-د) پهنه‌بندی طول فصل رشد و ضریب تغییرات آن را در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان‌داده‌است. براساس این شکل‌ها، طول فصل رشد در نواحی جنوبی کشور طولانی‌تربوده‌است و هر چه به طرف غرب پیش می‌رویم این مقدار کاهش‌یافته و ضریب تغییرپذیری آن افزایش یافته‌است.

جدول ۴: ویژگی‌های آماری طول فصل رشد دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۶۶در

ایستگاه‌های منتخب کشور

ایستگاه	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	انحراف معیار	ضریب تغییرات
آبادان	۲۸۱	۲۵۴	۳۰۸	۳۱/۷	۱۱/۲۸
اهواز	۲۹۴	۲۷۷	۳۱۱	۱۹/۸۹	۶/۷۷
اصفهان	۱۷۸	۱۶۰	۱۹۶	۲۱/۶۴	۱۲/۱۶
اراک	۱۵۰	۱۳۵	۱۶۵	۱۷/۸۷	۱۱/۸۸
ارومیه	۱۲۳	۱۱۱	۱۳۴	۱۴/۱۲	۱۱/۵
انزلی	۲۳۶	۲۱۹	۲۵۲	۱۹/۷۳	۸/۳۷
بابلسر	۲۳۱	۲۲۱	۲۴۱	۱۱/۹۳	۵/۱۶
بم	۲۶۹	۲۵۲	۲۸۵	۱۹/۷۵	۷/۳۵
بندرعباس	۳۴۷	۳۳۶	۳۵۷	۱۲/۶۴	۳/۶۴
بوشهر	۳۲۹	۳۱۵	۳۴۳	۱۶/۷۶	۵/۱
بیرجند	۱۶۱	۱۴۴	۱۷۷	۱۹/۲۹	۱۲
تبریز	۱۵۹	۱۴۷	۱۷۲	۱۴/۹۶	۹/۳۳
تهران	۲۱۹	۲۰۸	۲۳۰	۱۲/۸۸	۵/۸۷
خرم آباد	۱۵۶	۱۳۸	۱۷۳	۲۱/۱۴	۱۳/۵۸
خوی	۱۳۵	۱۲۲	۱۴۷	۱۴/۹۹	۱۱/۱۱
رامسر	۲۲۳	۲۱۰	۲۳۵	۱۴/۹۷	۶/۷۱
رشت	۲۱۱	۱۹۹	۲۲۱	۱۳/۴۲	۶/۳۷
زاهدان	۱۸۴	۱۶۴	۲۰۴	۲۴	۱۳/۰۴
سبزوار	۱۹۸	۱۸۰	۲۱۶	۲۱/۶۱	۱۰/۹۲
سنندج	۱۱۴	۹۳	۱۳۶	۲۵/۶۲	۲۲/۴۴
شهرکرد	۶۹	۵۶	۸۱	۱۴/۸۴	۲۱/۵
شیراز	۱۹۶	۱۸۴	۲۰۷	۱۳/۲۶	۶/۷۸
قم	۱۹۰	۱۷۵	۲۰۳	۱۶/۳۵	۸/۶
قزوین	۱۴۹	۱۳۸	۱۶۱	۱۲/۳۴	۸/۹۲
کرمانشاه	۱۳۲	۱۱۷	۱۴۶	۱۷/۰۳	۱۲/۹۳
کرمان	۱۴۲	۱۲۹	۱۵۶	۱۶/۱۶	۱۱/۳۴
گرگان	۲۱۱	۱۹۸	۲۲۴	۱۵/۲۵	۷/۲۳
مشهد	۱۶۵	۱۵۰	۱۸۱	۱۸/۵۱	۱۱/۱۹
همدان	۸۸	۷۶	۹۹	۱۳/۷۹	۱۵/۷۶
یاسوج	۱۵۴	۱۴۰	۱۶۸	۱۶/۶۸	۱۰/۸۱
یزد	۲۱۱	۲۰۱	۲۲۰	۱۱/۶۲	۵/۵۱

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱



شکل ۲-الف	شکل ۲- ب

شکل ۲-ج	شکل ۲-د

شکل ۲: نقشه پهنه‌بندی ایستگاه‌های منتخب کشور؛ شکل۲-الف: آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد. شکل۲-ب: خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد. شکل۲-ج: طول فصل رشد. شکل۲-د: ضریب تغییرات طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد.

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۵-۷- طبقه‌بندی طول فصل رشد در سطح ایستگاه‌های منتخب کشور بر پایه‌هـای دمـایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

به منظور تعیین گروه‌های همگن در طول فصل رشد،برای پایه‌های حرارتی ۵ و۱۰ درجـه سـانتی-گراد،گروه‌هایی ناحیه‌بندی شدند. با شناسایی طول فصل رشد گیاهان در هر منطقه، کشاورزان می‌توانند

به کاشت گیاهان زراعی اقدام نمایند و تاریخ کشت و برداشت محصول خـود را تعیـین کننـد. در ایـن پژوهش مناطقی که از نظر طول فصل رشد برپایه ۵ درجه سانتی‌گراد شرایط همگنـی داشـتند در یـک گروه قراردادهشدند. نتایج بررسی این شاخص در جدول(۵) نشان داده‌شده‌اند. طول فصل رشـد بـرای پایه حرارتی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به پنج گروه در سطح کشور تقسیم‌بندی شده‌است.

جدول۵: گروه‌بندی طول فصل رشد برای پایه‌های حرارتی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

گروه	میانگین طول فصل رشد دمای ۵ درجه سانتی گراد(روز)	ایستگاه‌های هواشناسی	میانگین طول فصل رشد دمای ۱۰ درجه سانتی گراد(روز)	ایستگاه های هواشناسی
۱	۱۵۰–۲۰۰	ارومیه، خوی، سنندج، شهرکرد، کرمانشاه، همدان	۵۰–۱۰۰	شهرکرد، همدان
۲	۲۰۰–۲۵۰	اراک، اصفهان، بیرجند، تبریز، خرم آباد، سبزوار، قزوین، کرمان، مشهد، یاسوج	۱۰۰–۱۵۰	اراک، ارومیه، خوی، قزوین، کرمان، کرمانشاه، سنندج
۳	۲۵۰–۳۰۰	تهران، رشت، زاهدان، شیراز، گرگان، یزد	۱۵۰–۲۰۰	اصفهان، بیرجند، تبریز، خرم آباد، زاهدان، سبزوار، شیراز، قم، مشهد، یاسوج
۴	۳۰۰–۳۵۰	آبادان، انزلی، بم، بابلسر، رامسر	۲۰۰–۲۵۰	انزلی، بابلسر، تهران، رامسر، رشت، گرگان، یزد
۵	۳۵۰>	اهواز، بندرعباس، بوشهر	۲۵۰–۳۶۵	آبادان، اهواز، بم، بندرعباس، بوشهر

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج پهنه‌بندی طول فصل رشد در ایران، برپایه آستانه‌های دمـایی ۵ و ۱۰ درجـه سـانتی‌گـراد نشـان می‌دهد براساس آغاز دمای ۵ و ۱۰ درجه در نواحی جنوبی کشور، شروع فصل رشد زودتر بـوده‌اسـت و هرچه به‌سمت نواحی غربی و شمال غربی پیش می‌رویم فصل رشد دیرتر آغاز می‌شود. در نواحی شمالی نیز به دلیل وجود رطوبت و دمای بالا نسبت به نواحی غربی، شروع فصـل رشـد زودتـر بـوده‌اسـت. در

پهنه‌بندی تاریخ خاتمه دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد درنواحی غربی کشور، به دلیل کاهش زودتر دمای هوا، پایان فصل رشد سریع‌تر از دیگر مناطق صورت گرفته است و در نواحی جنوبی و شمالی کشور خاتمه فصل رشد دیرتر انجام می‌شود. در بررسی طول فصل رشد مشخص شد طول فصل رشد از نواحی جنوبی به سمت نواحی‌غربی و شمال‌غربی کاهش می‌یابد. طول فصل رشد در پایه حرارتی ۵ درجه را می‌توان به ۵ گروه تقسیم کرد؛گروه نخست شامل ایستگاه‌های واقع در مناطق کوهستانی کشور که شامل ۲۰۰–۱۵۰ روز است وگروه دوم ایستگاه‌های واقع در دشت‌های شمال‌شرقی، مرکزی و غرب کشور ۲۵۰–۲۰۰ روز را دربردارد. گروه سوم مشتمل بر شمال شهرهای تهران، رشت، زاهدان، شیراز، گرگان، یزد با ۳۰۰–۲۵۰ روز است. گروه چهارم با ۳۵۰–۳۰۰ روز شامل شهرهای شمالی و بم است و درنهایت گروه پنجم شامل شهرهای جنوبی با بیش از ۳۵۰ روز طول فصل رشد می‌باشند. طول فصل رشد برای پایه حرارتی ۱۰ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های کشور را می‌توان به ۵ گروه تقسیم کرد. گروه یک شامل شهرکرد و همدان با ۱۰۰–۵۰ روز است. گروه دوم شامل شهرهای سردسیر با ۱۵۰–۱۰۰ روز و گروه سوم طول فصل رشد بین ۲۰۰–۱۵۰ روز شامل شهرهای اصفهان، بیرجند، تبریز، خرم آباد، زاهدان، سبزوار، شیراز، قم، مشهد، یاسوج می‌باشد. گروه چهارم شامل شهرهای شمالی، تهران و یزد است و گروه پنجم شامل شهرهای گرمسیر جنوبی با طول فصل رشد بین ۳۶۵–۲۵۰ روز می‌باشد. به‌طورکلی شناخت دقیق طول و زمان آغاز و پایان فصل رشد گیاهان در آستانه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به برنامه‌ریزی در زمینه کشاورزی در کاشت و برداشت محصولات و انتخاب گونه‌های سازگار با این آستانه‌های دمایی و شرایط منطقه کمک می‌کند.

کتابنامه

۱. اسماعیلی، رضا؛ حبیبی نوخندان،مجید وفلاح قالهری، غلامعلی. (۱۳۸۹). «***ارزیابی تغییرات طول دوره رشد و یخبندان ناشی از نوسانات اقلیمی (مطالعه موردی استان خراسان)***». فصلنامه پژوهش های جغرافیایی طبیعی. ۷۳. صص ۸۲–۶۹.

۲. ایوبی، شمس الله.(۱۳۸۵). «***بررسی تغییرات طول دوره رشد برای توسعه محصولات زراعی دیم با استفاده از تئوری فراکتال درمنطقه قائم شهر استان مازندران***». مجله علوم زراعی ایران. ۸(۴). صص ۳۱۱–۳۰۰.

۳. سمیعی، محمود.(۱۳۶۷)؛ ***تجزیه وتحلیل اقلیمی اطلاعات واحتمالات تاریخ شروع وخاتمه یخبندان پاییزه وبهاره درآستانه های بحرانی دما وطول دوره رویش درایران***؛ تهران: سازمان هواشناسی کشور.

۴. صداقت کردار، عبدالله ورحیم زاده، فاطمه.(۱۳۸۶). «***تغییرات طول دوره رشد گیاهی در نیمه دوم قرن بیستم در کشور***». مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۵. صص ۱۹۲–۱۸۲.

۵. ضیائیان فیروز آبادی، پرویز؛ خالدی، شهریار؛ خندان، سکینه و علیزاده، انوش.(۱۳۸۹). «***پهنه بندی آگروکلیمایی مرکبات در استان لرستان با استفاده از مدل همپوشانی شاخص و منطق فازی و مقایسه مدل ها***». فصل‌نامه جغرافیای آمایش. ۸. صص ۳۴–۱.

۶. کمالی، غلامعلی؛ نوحی، کیوان؛پدرام،مژده وصحرائیان، فاطمه. (۱۳۸۶).«***بررسی و تحلیل تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان های تابشی- فرارفتی و فرارفتی در استان های آذربایجان غربی و شرقی***». پژوهش و سازندگی در زراعت وباغبانی. ۷۵. صص ۸۵–۷۸.

۷. گلیسمن، استفن‌آر، (۱۳۸۰)؛ *اگرواکولوژی*؛ چاپ اول .*ترجمه مهدی نصیری محلاتی، علیرضا، کوچکی، پرویز رضوانی و علیرضا بهشتی*. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

۸. ماوی، هارپل سین (۱۳۸۲). ***اصول و مبانی هواشناسی کشاورزی***؛ ***، ترجمه غلامعلی مظفری*** . چاپ اول. تهران: موسسه نیک پندار.

۹. مجرد، فیروز و قبادی دارابخانی، غلامحسین. (مهر ۱۳۸۲).«***بررسی تغییرات زمانی و مکانی طول فصل رشد در غرب کشور***». مجله دانشگاه اصفهان. صص ۲۷۳–۲۶۷.

10. Anon, A. (1978). ***Reports of the agro-ecological zones project***. World Soil Resources Reports .48. Rome. FAO.

11. Chemielewski, F.M., Rotzer, T. (2002) **.** ***Annual and spatial variability of beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes***. Climate Research. 19: 257-264.

12. Fritch, P., Alexander, L.V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A.M.G., Peterson, T.(2002)***.Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century***. Climate Research. 19: 193-212.

13. Iglesias, A., Rosenzweig, C. & Pereira, D.(2000).***Agricultural impacts of climate change in Spain: Developing tools for a spatial analysis.***Global Environmental Change. 10: 69-80.

14. Jones D.A. (1999).***Characteristics of Australian land surface temperature variability***. Applied Climatology. 63: 11-31.
15. Linderholm, H.W. (2006). ***Growing season changes in the last century.*** Agriculture and Forest Meteorology. 137: 1-14.
16. Porter J.R & Gawith, M.(1999). ***Temperature and the growth and development of wheat***. European Journal of Agronomy. 10: 23-36.
17. Tucker, C J., Slayback, D A., Pinzon, J E., Los, S O., Myneni, R B., Taylor, M G., (2001). ***Higher Northern latitude normalized difference vegetation index and growing season trends from 1982 to 1999***, Int J biometeorol. 45: 184-190.